

Исследование доменных структур, созданных облучением ионами в конгруэнтном танталате лития

Гимадеева Л.В.¹

Научные руководители: к.ф.-м.н. Чезганов Д.С.², старший научный сотрудник
д.ф.-м.н. Шур В.Я., главный научный сотрудник

Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет

¹lv.gimadeeva@urfu.ru; ²Chezganov.Dmitry@urfu.ru

Танталат лития (LT) обладает большими значениями нелинейно-оптических, электрооптических и пьезоэлектрических коэффициентов. Кристаллы LT с регулярной доменной структурой (РДС) используют для преобразования частоты лазерного излучения и создания различных фотонных устройств.

Исследуемые образцы представляли собой пластины конгруэнтного LT толщиной 0,5 мм, вырезанные перпендикулярно полярной оси. Облучение ионами Ga⁺ полярной поверхности, покрытой диэлектрическим слоем резиста, производилось с использованием рабочей станции Auriga Crossbeam (Carl Zeiss), оборудованной системой ионно-лучевой литографии. На противоположную поверхность образца был нанесен сплошной металлический электрод. Применялись различные способы облучения поверхности ионным лучом: точечное облучение – матрицы 10×10; а также серии регулярных полос с различным периодом. Облучение производилось с использованием различных доз заряда. Сформированная доменная структура была визуализирована с помощью силовой микроскопии пьезоэлектрического отклика (СМПО) и конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния (КМКР).

При точечном облучении на Z⁺-полярной поверхности во всем диапазоне доз формировались домены круглой формы. В диапазоне от 10 до 100 пКл радиус доменов увеличивался пропорционально дозе. Подобная зависимость типична для локального переключения проводящим зондом. При дозах более 30 пКл возникала нестабильность формы доменных стенок: увеличение шероховатости, формирование волнистой доменной стенки (рис. 1а) и появление нанодоменных «стримеров», ориентированных в Y-кристаллографическом направлении (рис. 1б). При дозах более 30 пКл домены прорастали сквозь пластину. При этом на Z⁻-полярной поверхности формировались домены в форме правильного треугольника со скругленными углами. При помощи КМКР изучено изменение формы домена с глубиной от круглой к треугольной. Обнаруженный эффект отнесен за счет экспериментально выявленной в кристаллах семейства LT зависимости формы доменов от эффективности экранирования деполяризующего поля [1, 2].

Оптимизацией процесса переключения была создана РДС с периодом 2 мкм на площади 100×100 мкм² (рис. 1в). Использовано дискретное облучение с периодом точек 500 нм, выстроенных в ряд вдоль формируемой доменной полосы, при дозе 0,5 Кл, токе пучка 1 нА и диаметре пучка 400 нм. Исследование доменной структуры в объеме кристалла методом КМКР показало, что глубина полосовых доменов до распада на цепи изолированных доменов достигает 70 мкм. Создание РДС с рекордно малыми периодами позволит создавать новые высокоэффективные нелинейно-оптические и интегрально-оптические устройства.

В работе использовано оборудование Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» УрФУ. Исследование проведено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых МК-8441.2016.2.

Литература

1. Shur V.Ya., ed. J.W.P. Schmelzer. – Weinheim, FRG: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, **178**, 214 (2005).
2. Shur V.Ya. et al., Appl. Phys. Lett., **103**, 24, 242903 (2013).
3. Chezganov D.S., Shur V.Ya. et al., Appl. Phys. Lett. **110**, 082903 (2017).